

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001041598
PUBLICATION DATE : 16-02-01

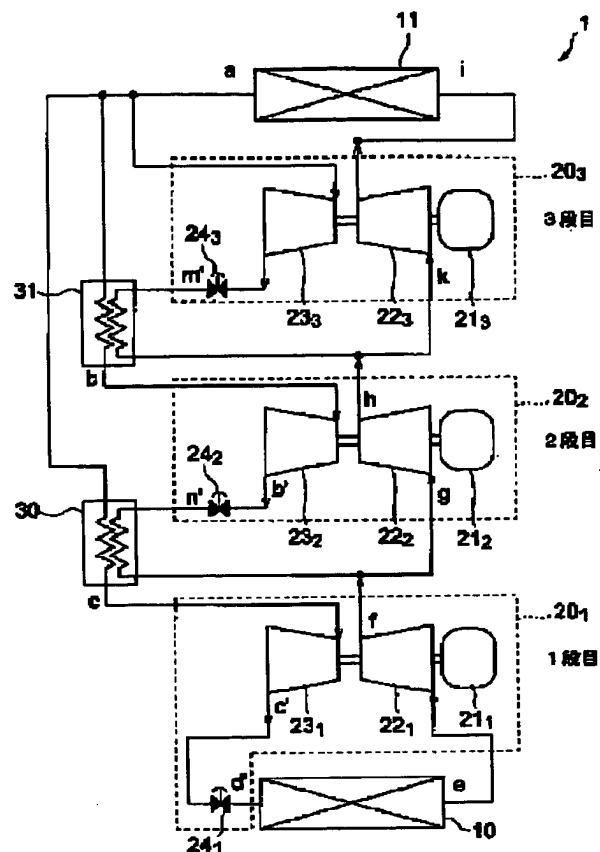
APPLICATION DATE : 30-07-99
APPLICATION NUMBER : 11217337

APPLICANT : MITSUBISHI HEAVY IND LTD;

INVENTOR : ITO TAKAHIDE;

INT.CL. : F25B 1/00 F25B 1/10 F25B 11/02

TITLE : MULTI-STAGE COMPRESSION REFRIGERATING MACHINE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a multi-stage compression refrigerating machine having more excellent coefficient of performance.

SOLUTION: The refrigerating machine 1 having a multi-stage constitution of compressors 221 to 223 uses expansion units 231 to 233 in an expanding step or particularly in the step from a supercritical pressure to a critical pressure to thereby lower an enthalpy of a refrigerant when expanded, thereby improving a refrigerating capability. A refrigerant guided to the units 231, 232 of a low stage side is cooled by a refrigerant expanded and cooled through the units 232, 233 of a high stage side, and the refrigerant guided to the compressors 222, 223 of a high stage side is cooled, and easily expanded and compressed.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-41598
(P2001-41598A)

(43) 公開日 平成13年2月16日 (2001.2.16)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
F 2 5 B 1/00	3 9 5	F 2 5 B 1/00	3 9 5 Z
1/10		1/10	R
11/02		11/02	A

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平11-217337

(22) 出願日 平成11年7月30日 (1999.7.30)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 伊藤 隆英

愛知県名古屋市中村区岩塚町字高道1番地

三菱重工業株式会社名古屋研究所内

(74) 代理人 100088155

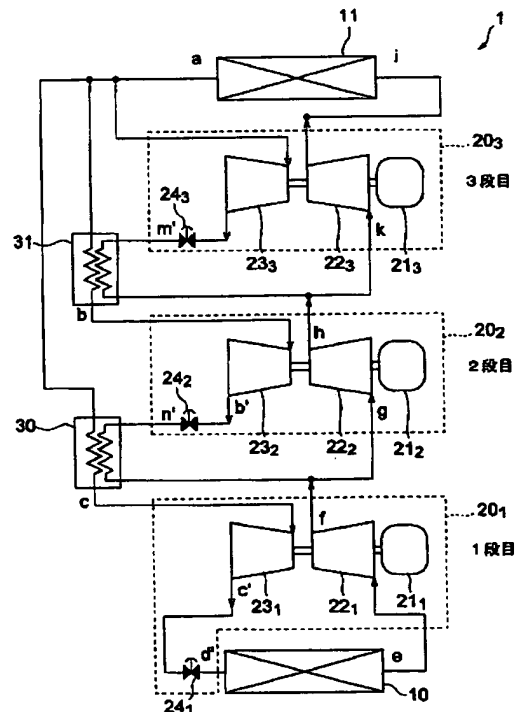
弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

(54) 【発明の名称】 多段圧縮冷凍機

(57) 【要約】

【課題】 より動作係数の優れた多段圧縮冷凍機を提供する。

【解決手段】 圧縮機22₁~22₃を多段構成とした冷凍機1は、膨張過程、特に超臨界圧力から臨界圧力までの膨張過程に膨張機23₁~23₃を使用することで膨張時に冷媒のエンタルピを低下させて冷凍能力を向上させる。そして、熱交換器30、31により、低段側の膨張機23₁、23₂に導かれる冷媒を高段側の膨張機23₂、23₃を通過して膨張・冷却された冷媒で冷却するとともに、高段側の圧縮機22₂、22₃へ導かれる冷媒の冷却を行い、膨張、圧縮を容易にしている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 直列にm段接続された冷媒圧縮機を有し、冷却器と蒸発器の間で冷媒を膨張、圧縮して循環させることで冷却動作を行う多段圧縮冷凍機において、圧縮機通過後の最高圧力は、冷媒の臨界圧力以上であって、

圧縮機に対応してm段設けられ、それぞれが圧縮された冷媒を膨張させて冷却する膨張機と、

m-1個設けられ、低压側からn+1（ただし、 $1 \leq n \leq m-1$ ）段目の前記圧縮機に対応する前記膨張機を通過して当該n+1段目の圧縮機に返送される冷媒と、前記冷却器を通過後に分岐されて低压側からn段目の圧縮機に対応する膨張機へと導かれる冷媒との間で熱交換を行う熱交換器と、

を備えている多段圧縮冷凍機。

【請求項2】 前記圧縮機へ導かれる冷媒の圧力が臨界圧力以下の圧縮機に対応する前記膨張機の吐出側にさらに膨張弁を備えている請求項1記載の多段圧縮冷凍機。

【請求項3】 前記膨張機は対応する前記圧縮機と同軸に配置されている請求項1又は2に記載の多段圧縮冷凍機。

【請求項4】 前記冷媒は CO_2 である請求項1～3のいずれかに記載の多段圧縮冷凍機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、冷媒を圧縮、膨張させて循環させることにより冷却動作を行う冷凍機に関し、特に、複数段直列に接続された圧縮機を有するとともに超臨界圧力を利用した多段圧縮冷凍機に関する。

【0002】

【従来の技術】冷凍機においては、冷媒を圧縮、膨張させて循環させることで、冷体から熱体へ熱を移動させる冷凍サイクルが利用される。そして、冷体と熱体との温度差が大きくなると、冷媒の圧縮比が大きくなり、効率が低下する等の問題が発生するので、これを防止するため多段圧縮冷凍サイクルが用いられる。

【0003】このような多段圧縮冷凍サイクルの一例が、特開平4-203397号公報に開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】冷凍機の経済性を表す指標として、外部から加える動力に対する冷凍能力の比である動作係数がある。この動作係数を向上させるには、必要とする動力を減少させるか、同一動力を加えた場合の冷凍能力を向上させるか、いずれか一方あるいは両方を実現する必要がある、各種の技術開発が進められている。

【0005】本発明は、より動作係数の優れた多段圧縮冷凍機を提供することを課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するた

め、本発明に係る多段圧縮冷凍機は、冷媒圧縮機を直列にm段接続し、冷却器と蒸発器の間で冷媒を膨張、圧縮して循環させることで冷却動作を行う多段圧縮冷凍機において、最高圧力は、冷媒の臨界圧力以上であって、圧縮機に対応してm段設けられ、それぞれが圧縮された冷媒を膨張して冷却する膨張機と、m-1個設けられ、低压側からn+1（ただし、 $1 \leq n \leq m-1$ ）段目の圧縮機に対応する膨張機を通過して当該n+1段目の圧縮機に返送される冷媒と、冷却器を通過後に分岐されて低压側からn段目の圧縮機に対応する膨張機へと導かれる冷媒との間で熱交換を行う熱交換器と、を備えていることを特徴とする。

【0007】本発明の多段圧縮冷凍機によれば、減圧過程に膨張機を用いることで、この過程は等エントロピ変化となり、エンタルピーが減少して冷却能力が増大する。そして、膨張機へ導かれる冷媒と当該膨張機よりも一段高压側の膨張機で膨張・冷却された冷媒との間で熱交換させることで、低压側の膨張機における膨張・冷却が容易になる。一方、各段の圧縮機から吐出された冷媒に高压側の膨張機から吐出され、熱交換器を通過した冷媒を混合することで、冷媒の温度を低下させて高压側の圧縮機における圧縮を容易にしている。

【0008】さらに、吸入冷媒の圧力が臨界圧力以下である圧縮機に対応した膨張機の吐出側にさらに膨張弁を備えていることが好ましい。これにより、膨張機の吐出圧力を臨界圧力以上に維持することができ、膨張機内部での冷媒の液化が抑制され、機器の信頼性が確保される。

【0009】また、膨張機は対応する圧縮機と同軸に配置されていることが好ましい。これにより、膨張機における冷媒の膨張による仕事を圧縮機での圧縮動作に利用することができ、圧縮機、ひいては冷凍機に外部から加える動力が少なくて済み、動作係数も向上する。

【0010】本発明に係る冷凍機の冷媒は、例えば CO_2 が好ましい。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して本発明に係る多段圧縮冷凍機の好適な実施の形態について説明する。図1は、本発明に係る多段圧縮冷凍機の一例の構成を示す概略図である。この多段圧縮冷凍機1においては、圧縮機が3段構成となっている。

【0012】冷凍機1の基本構成要素は、蒸発器10と、冷却器11と、圧縮機22、膨張手段23、24であり、この冷凍機1では、膨張手段として膨張機23と膨張弁24が併用されている。そして、原動機21と圧縮機22と膨張機23との駆動軸が接続された構成となっている。原動機21には、電動モータや内燃機関を用いることができ、圧縮機22には、軸流圧縮機や遠心圧縮機、ロータリコンプレッサなどを用いることができる。一方、膨張機23には、タービン式膨張機などを用

いることができる。

【0013】これらの原動機21、圧縮機22、膨張機23、膨張弁24が1組となって膨張-圧縮ユニット20を構成している。この冷凍機1では、この膨張-圧縮ユニット20を3つ備えている。以下、圧縮機22の吸入圧力及び吐出圧力の低い側（つまり低圧側）から1段目、2段目、3段目と呼称して各膨張-圧縮ユニット20₁～20₃を区別する。

【0014】またこの多段圧縮冷凍機1には、1段目の膨張機23₁に導入される冷媒と2段目の膨張弁24₂から吐出された冷媒との間で熱交換を行う熱交換器30と、2段目の膨張機23₂に導入される冷媒と3段目の膨張弁24₃から吐出された冷媒との間で熱交換を行う熱交換器31が設けられている。

【0015】冷媒は、蒸発器10を出て、1段目の圧縮機22₁、2段目の圧縮機22₂、3段目の圧縮機22₃を経て冷却器11へと送られる。冷却器11を出た冷媒は3つに分岐される。分岐先の一つは3段目の膨張機23₃へ直接接続され、残りは、熱交換器31を経て2段目の膨張機23₂へと接続される分岐路と、熱交換器30を経て1段目の膨張機23₁へと接続される分岐路である。2段目、3段目の膨張機23₂、23₃を出た冷媒は、同じ段の膨張弁24₂、24₃と熱交換器30、31を経て同じ段の圧縮機22₂、22₃へと導かれる。一方、1段目の膨張機23₁を出た冷媒は膨張弁24₁を経て蒸発器へと導かれ、冷媒の循環経路が形成される。

【0016】次に、この冷凍機1の動作を図1～図3を参照して説明する。図2は、この冷凍機1における冷凍サイクルの圧力Pと比エンタルピhの関係を示すモリエル線図であり、図3は、従来の冷凍機における冷凍サイクルのモリエル線図である。

【0017】以下、冷媒にCO₂を使用し、冷凍機1内の冷媒の最高圧力が超臨界圧、すなわち、冷媒の臨界圧力P_aである7.3825MPa（約73気圧）以上とした場合を例に説明する。

【0018】蒸発器10を出たCO₂冷媒は、1段目の圧縮機22₁で断熱圧縮され、図2の状態eから状態fへと移行し、2段目の膨張機23₂、膨張弁24₂を経て熱交換器30を通過したCO₂冷媒と混合されることにより図2中の状態gへと移行する。

【0019】このCO₂冷媒は、次に、2段目の圧縮機22₂で断熱圧縮され、図2の状態gから状態hへと移行する。この圧縮段階で臨界圧力P_aを超えることになる。そして、当該CO₂冷媒は、3段目の膨張機23₃、膨張弁24₃を経て熱交換器31を通過したCO₂冷媒と混合されることにより図2中の状態kへと移行する。

【0020】このCO₂冷媒は、さらに、3段目の圧縮機22₃で断熱圧縮され、図2の状態kから状態iへと移行する。そして、冷却器11で大気、水等によって冷却されて図2の状態aへと移行する。圧力が臨界圧力を

超えているため、冷却されてもCO₂冷媒は液化しない。

【0021】冷却器11を通過したCO₂冷媒は3つに分岐され、直接、あるいは、熱交換器30、31を経て各段の膨張機23₁～23₃へと送られる。

【0022】冷却器11から3段目の膨張機23₃へと送られたCO₂冷媒は等エントロピ膨張によって図2の状態aから状態m'へと移行する。ここで、従来技術のように膨張機23₃を用いず、膨張弁やキャピラリチューブ等を用いて絞り作用により膨張を行った場合は、エンタルピが変化せず、図3に示されるように状態aから状態mへ移行することになる。本発明に係る多段圧縮冷凍機1の場合は、膨張機23₃を用いることで、膨張後のエンタルピを低下させることができ、その分だけ冷却能力が向上する。また、膨張機23₃と圧縮機22₃の駆動軸が接続されているので、CO₂冷媒の膨張による仕事を利用して圧縮機22₃の駆動を助力し、原動機21₃から加える外部動力を低減することができる。膨張機23₃で膨張後のCO₂冷媒の圧力が2段目の圧縮機22₂通過後のCO₂冷媒の圧力より高い場合には、さらに膨張弁24₃で膨張させて減圧させてもよい。

【0023】減圧後のCO₂冷媒は、熱交換器31へ送られ、冷却器11を通過したCO₂冷媒の一部を冷却した後に、前述したように2段目の圧縮機22₂通過後のCO₂冷媒と混合されて3段目の圧縮機22₃へと導入される。

【0024】一方、冷却器11から熱交換器31へ送られて図2の状態bまで冷却されたCO₂冷媒は、2段目の膨張機23₂へと送られ、同様に等エントロピ膨張によって図2の状態bから状態b'へと移行する。ここで、膨張機23₂通過後の圧力は臨界圧力P_aを超えるよう維持される。この結果、膨張機23₂内で冷媒が液化するのを防止でき、膨張機23₂の信頼性が確保される。

【0025】膨張機23₂から吐出されたCO₂冷媒は膨張弁24₂へと送られ、絞り作用によって図2中の状態b'から状態n'へと移行する。このCO₂冷媒を熱交換器30へと導くことで、冷却器11から熱交換器30へと導かれたCO₂冷媒を冷却する。そして、膨張後に熱交換器30を通過したCO₂冷媒は前述したように1段目の圧縮機22₁通過後のCO₂冷媒と混合されて2段目の圧縮機22₂へと導入される。

【0026】冷却器11から熱交換器30を送られて図2の状態cまで冷却されたCO₂冷媒は、1段目の膨張機23₁へと送られ、同様に等エントロピ膨張によって図2の状態cから状態c'へと移行する。ここで、膨張機23₁通過後の圧力は、2段目の膨張機23₂の場合と同様に臨界圧力P_aを超えるよう維持される。この結果、膨張機23₁内で冷媒が液化するのを防止でき、膨張機23₁の信頼性が確保される。

【0027】膨張機23₁から吐出されたCO₂冷媒は膨張弁24₁へと送られ、絞り作用によって図2中の状態c'から状態d'へと移行する。こうして一部が液化して気液混合液となったCO₂冷媒は、蒸発器10へ送られ、冷却対象から熱を奪って蒸発することにより図2の状態eへと移行する。ここでCO₂冷媒が外部から奪う熱量が冷凍能力である。

【0028】本発明に係る冷凍機1では、冷凍能力を向上させるとともに、外部から加える動力を低減できるので、冷凍能力と外部から加える動力の比である動作係数を向上できる。

【0029】ここでは、3段構成の例を説明したが、2段以上の多段圧縮冷凍機であれば、同様の構成を採用できることは明らかである。

【0030】また、冷媒は、臨界圧力以上の超臨界状態での冷凍サイクルを利用できるものであれば、CO₂に限られるものではない。

【0031】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、超臨界状態から臨界圧力までの膨張過程を膨張機による等エントロピー膨張とすることで、冷凍能力が向上する。さ

らに、高圧側膨張機で膨張、冷却した冷媒により低圧側膨張機に導かれる冷媒を予冷却することで、膨張を容易にするとともに、冷却された冷媒を圧縮機に導かれる冷媒と混合することで多段圧縮も容易にしている。

【0032】また、臨界圧力以下の膨張には膨張弁を採用することで、膨張機の信頼性が確保される。

【0033】膨張機と圧縮機を同軸に配置することで膨張過程で回収した動力を圧縮過程で使用することができ、外部から加える動力を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る多段圧縮冷凍機の構成を示す概略図である。

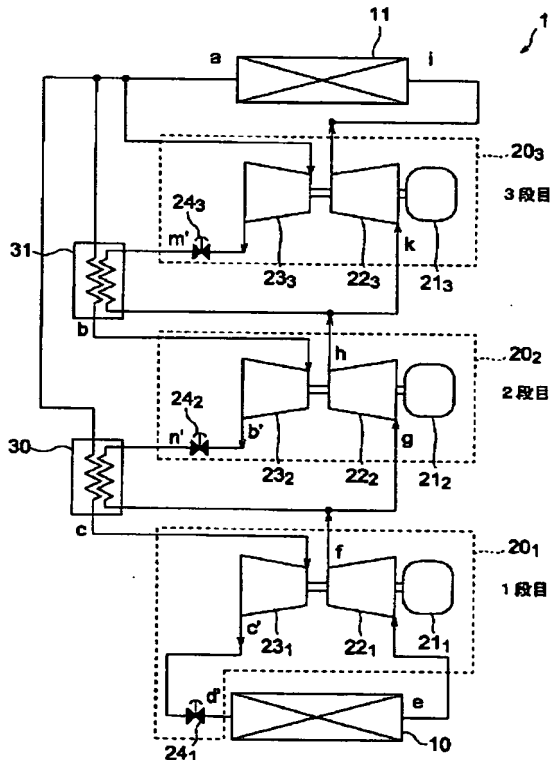
【図2】本発明に係る多段圧縮冷凍機における冷凍サイクルのモリエル線図である。

【図3】従来の多段圧縮冷凍機における冷凍サイクルのモリエル線図である。

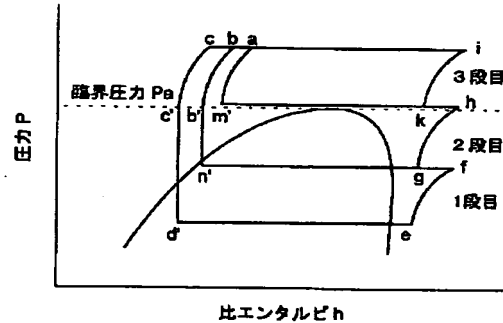
【符号の説明】

1…多段圧縮冷凍機、10…蒸発器、11…冷却器、20…膨張-圧縮ユニット、21…原動機、22…圧縮機、23…膨張機、24…膨張弁、30、31…熱交換器。

【図1】



【図2】



【図3】

